

⑬ Int.Cl.⁴H 05 B 33/10
G 09 F 9/30
H 05 B 33/22

識別記号

庁内整理番号

7254-3K
6810-5C
7254-3K

⑭ 公開 昭和61年(1986)10月14日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 E L素子の製造方法

⑯ 特 願 昭60-72161

⑰ 出 願 昭60(1985)4月5日

⑱ 発明者 布 村 恵 史 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
 ⑲ 発明者 内 海 和 明 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内
 ⑳ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号
 ㉑ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称 E L素子の製造方法

2. 特許請求の範囲

電気絶縁性基板上に第1電極、第1絶縁体層が積層され、その上にZnS:MnやZnS:TbF₃等の発光層、あるいは該発光層と第2絶縁体層が積層され、更にその上に透明導電膜からなる第2電極が形成されてなるE L素子において、電気絶縁性基板としてセラミック基板を使用し、所定のパターンを有する第1電極を所謂スクリーン印刷等の厚膜プロセスで製造すると共に、第1絶縁体層をも高誘電率誘電体ペーストを塗布焼成して製造する厚膜工程を含み、且つ発光層あるいは発光層と第2絶縁体層を蒸着、スパッタ、CVD等の薄膜プロセスで製造する工程を含むことを特徴とするE L素子の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の利用分野)

本発明は平型ディスプレイや面光源に利用されるE L(エレクトロルミネセンス)素子とその製造方法に関するものである。

(従来技術とその問題点)

蛍光体物質に電圧を印加することにより発光を呈する、所謂エレクトロルミネセンスが1936年に発見されて以来、面光源や表示装置への応用を目的として多くの研究開発が行われてきた。各種のE L素子構成が提案検討されてきたが、現時点では絶縁体薄膜を挿入した交流駆動の環型E L素子が輝度特性、安定性に優れ、各種のディスプレイとして実用に供されている。第2図に代表的な2層絶縁型環型E L素子の基本構造を示す。

(エス・アイ・ディ・74、ダイジニスト・オブ・テクニカル・ペーパーズ84頁、SID74 digest of technical Papers)。

透明ガラス基板21上にITOやネナ膜等の透明電極22、薄膜第1絶縁体層23、ZnS:Mn等のエレ

クトロルミネセンスを呈する蛍光体薄膜からなる薄膜発光層24、更にその上に薄膜第2絶縁体層25 Al 薄膜等の背面電極26からなる多層薄膜構造を有している。第1及び第2絶縁体層は Y_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Al_2O_3 、 Si_3N_4 、 $BaTiO_3$ 、 $SrTiO_3$ 等の透明誘電体薄膜でありスパッタリングや蒸着等により形成されている。

このような絶縁体層は発光層内を流れる電流を制限し、EL素子の動作の安定性、発光特性の改善に寄与すると共に湿気や有害なイオンの汚染から発光層を保護しEL素子の信頼性を改善するものである。

しかしながら、このような素子においてもいくつかの実用上の問題がある。

即ち、素子の絶縁破壊を広い面積にわたって皆無にすることが困難であり歩止りが低いことや、絶縁体層に電圧が分割印加されるために発光に必要な素子に印加する駆動電圧が高くなることである。前述の素子の絶縁破壊の問題に関しては絶縁耐圧特性の良好な絶縁体層材料の採用が要求される。

絶縁体層の大きな容量を実現可能であるが、現実的には表示装置や面光源として要求される広い面積にわたって微小な汚れや微粒子の付着等の欠陥を皆無にすることは不可能であり、数 100Å 程度以下の薄い絶縁体層の採用は不適である。

このような観点から高誘電率の薄膜を採用することが検討されている。例えばスパッタ法により形成された $PbTiO_3$ 膜を絶縁体層として採用することにより低電圧駆動が試みられている。(アイ・イー・イー・イー・トランザクションズ、オン・エレクトロン・デバイス、IEEE Trans. Electron Devices ED-28、P698 (1981)) $PbTiO_3$ スパッタ膜は、最高190の比誘電率で 0.5 MV/cm の絶縁耐圧を示すが、 $PbTiO_3$ 膜の成膜時の基板温度は 600°C 程度の高温が必要であり実用的ではない。また、比較的良好な E_b 、 d 値を示す薄膜としてスパッタによる $SrTiO_3$ 膜が知られている(ジャパン・ディスプレイ 83, Japan Display - 83, P 76 (1983))。 $SrTiO_3$ スパッタ膜の比誘

また、発光駆動電圧に関しては絶縁体層への印加電圧の分割分を少なくするためになるべく絶縁体層の容量を大きくすることが好ましい。またこのような交流駆動型EL素子の動作原理上、発光に寄与する発光層内を流れる電流は絶縁体層の容量には比例する。従つて絶縁体層の容量を大きくすることは駆動電圧を低下させると共に発光輝度を高くする点でも重要である。

即ち、絶縁体層としては、絶縁破壊電圧が高く、容量の大きいものが求められている。

このような観点から絶縁体層材料の良否の指標として誘電率(ϵ) \times 絶縁破壊電界(E_b 、 d)が広く採用されている。この ϵ 、 E_b 、 d 値は最低でも ZnS 発光層の ϵ 、 E_b 、 d 値(約 1.3 uc/cm^2)の約3倍の値が実用的には必要である(アイ・イー・イー・イー・トランザクションズ、オン・エレクトロン・デバイス IEEE Trans Electron Devices ED-24、P903 (1977))。 E_b 、 d が非常に大きい絶縁体物質であれば ϵ が小さくても非常に薄い膜厚で使用することにより

電率は140、絶縁破壊電圧は $1.5\sim 2\text{ MV/cm}$ であり ϵ 、 E_b 、 d 値は $19\sim 25\text{ uG/cm}^2$ である。これは $PbTiO_3$ の ϵ 、 E_b 、 d 値 7 uG/cm^2 より優れている。しかし、 $SrTiO_3$ 膜も成膜時に 400°C の高基板温度が要求され、またスパッタ成膜中にITO透明電極を還元して黒化させる等の実用上の問題がある。

また、 ZnS 発光層との密着性が悪い欠点があるほかに、これらの比較的高い誘電率の絶縁体層を採用した薄膜EL素子は、絶縁破壊が生じた場合、数少ない破壊孔を逐して破壊が完了する自己回復型の破壊とはならず、実用的には致命的である低誘電率の破壊となる傾向が強い。

以上のように誘電率、 ϵ 、 E_b 、 d 値の大きな絶縁体薄膜層を採用し、低電圧駆動、高輝度発光特性、絶縁破壊に対する安定性を実現することは現実的には困難である。

また、EL素子の安定性や特性改善のための熱処理工程のためにガラス基板は、アルカリ、フリーで且つ高い軟化点の高価なものを使用する必

要があり薄膜EL素子のコスト高の原因にもなっている。このように高価なガラスを採用しても、600°C以下のプロセス温度に限定する必要がある。

また、透明電極として使用しているITO膜の比抵抗が十分小さくなく、更にITO膜を厚くしてもういた場合にはエッジ部での絶縁破壊が発生しやすくなるために0.2ミクロン程度以下の厚さにする必要があり、電極抵抗を十分小さくすることができず、より大面積、大表示容量のディスプレイの実現の阻害要因となっていた。

以上のように従来の薄膜EL素子は形成材料が高価であり、また歩止りが低く、更に高耐電圧の高価な駆動回路が必要であり表示装置として高価格なものにならざるを得なく、また大面積化も困難であった。

(発明の目的)

以上述べたように従来のガラス基板上に多層の薄膜で構成された薄膜EL素子の有する種々の欠点を解決した、高信頼で且つ低電圧駆動で高輝度

に作成されたAu、Pt、Pd、Ng、Ni等を含む厚膜の厚膜第一電極12、第1絶縁体層となる高誘電率のセラミックスからなる高誘電率セラミックス第1絶縁体層13からなるセラミックス構造部とその上に真空蒸着、スパッタリング法、CVD法、ALE法等で成膜された薄膜のZnS:Mn、ZnS:TbF₃、ZnS:SmF₃等の薄膜発光層14、第2絶縁体層となるTa₂O₅薄膜等の薄膜第2絶縁体層15、ITO薄膜やネナ膜、あるいはAu薄膜等の透明電極第216からなる基本構造を有する。なを、薄膜の第2絶縁体層を省略した片絶縁構造としてもよい。真空蒸着やスパッタ法で作成される発光層、第2絶縁体層は、通常の薄膜EL素子と同様であり、本発明はセラミックス基板と高誘電率のセラミックス層に厚膜電極が埋設されたセラミックス構造部を採用し、それを厚膜プロセスにより製造することに特徴がある。

アルミナ等のセラミックス基板は安価であり熱的にも安定である。

これを基板として厚膜技術により所定の第1電極

発光するEL素子を提供することが本発明の目的である。

(発明の構成)

本発明によれば電気絶縁性基板上に第1電極、第1絶縁体層が積層され、その上にZnS:MnやZnS:TbF₃等の発光層、あるいは該発光層と第2絶縁体層が積層され、更にその上に透明導電薄膜からなる第2電極が形成されてなるEL素子において、電気絶縁性基板としてセラミックス基板を使用し、所定のパターンを有する第1電極を所謂スクリーン印刷等の厚膜プロセスで製造すると共に、第1絶縁体層をも高誘電率誘電体ペーストを塗布焼成して製造する厚膜工程を含み、且つ、発光層と第2絶縁体層を蒸着、スパッタCVD等の薄膜プロセスで製造する工程を含むことを特徴とする製造方法が得られる。

(構成の詳細な説明)

本発明の製造方法により得られるEL素子の基本構造を第1図に示し説明する。

アルミナ等のセラミックスの基板11上に所定の形状

パターンが形成される。

EL素子においては第1及び第2電極で発光部を挟持して固定された部分が発光表示部となるものであり電極は表示電極と電流の供給電極を機能的に兼用するものである。従つて表示装置への応用に応じて各種の電極パターン形成が要求され、抵抗値もなるべく低いことが好ましい。

金属導体ペーストをもちいたスクリーン印刷法による厚膜電極形成はこの目的に適するものであり任意のパターン形成と低い電気抵抗が実現される。通常の表示装置の場合は極端に微細な電極パターン形成は不用でありスクリーン印刷法で十分であるが、より微細なパターンが必要な場合はフォトリソグラフ技術を採用して、厚膜の微細電極パターンを形成することもできる。第1絶縁体層となる高誘電率のセラミックス絶縁体層が電極形成された基板上に形成される。

この高誘電率セラミックス絶縁体層も例えばBaTiO₃微粉末とガラス粉末等を主原料とした厚膜用ペーストを使用し、厚膜技術により作成することがで

きる。従来の薄膜EL素子に利用されている絶縁体薄膜の比誘電率は通常のもものでは5~25程度であり、 $PbTiO_3$ 、膜等の特に高いものでも100~200程度であるが、セラミツクの絶縁体層とすることにより数1000程度の比誘電率が得られる。

また誘電率がこのようにセラミツク絶縁体層の厚さは製造上の問題や安定性の点で数ミクロン以上あることが好ましく、またこの絶縁体層の容量や表示装置とした場合のクロストークの問題から300ミクロン以下が好ましい。

以上のように本発明の製造方法はセラミツク製造技術を厚膜技術により作成するために低コストで大面積化にも適する。また、本発明の製造方法により実現されるEL素子は安定性、発光特性にも優れている。

(実施例)

アルミナ基板上にスクリーン印刷法によりPdペーストを0.3ミリ巾、ピッチ0.5ミリで塗布した後、焼成しPdのストライプ電極を形成した後 $BaTiO_3$ を主原料としたキャパシター用のペー

ルスの印加による発光開始電圧は55Vと低く、且つ発光輝度は80V、500Hzで約500cd/㎡と良好な特性を示した。

なを、薄膜の第2絶縁体層を排除した片絶縁構造の場合は電流値が大きく発光効率を悪くしていたが、発光開始電圧は40V程度と低く、また発光輝度は同程度であつた。本実施例の素子では200Vまでの電圧印加においても絶縁破壊は皆無であり高い安定性を示した。

以上のような良好な発光特性と安定性は $ZnS:Mn$ 以外に緑色発光の $ZnS:TbF$ 、や赤色発光の $ZnS:SmF$ 、等を発光層とした場合も同様であり本発明の製造方法により作成されたEL素子の有効性が示された。

(発明の効果)

以上説明したように本発明の製造方法により作成されたEL素子は高安定、低電圧駆動、高輝度発光、高コントラストであり、また電極抵抗も低くできるためにセグメント表示から大表示容量のドットマトリックス表示をも可能にするものであ

ストを塗布し焼成することにより厚さ30ミクロンの高誘電率のセラミツク層を形成し第1絶縁体層とした。比誘電率は約5000である。

次に $ZnS:Mn$ 発光層を真空蒸着法により0.3ミクロン成膜後、Ar中で650°C-2時間熱処理を行なつた。この後、 Ta_2O_5 と Al_2O_3 の混合物からなるターゲットを使用してスパッタ法により $Ta:AlO$ 絶縁体層を0.3ミクロン形成し第2絶縁体層とした。

次にスパッタ法によりITO膜を0.4ミクロン形成し、前記のPd厚膜ストライプ電極と直交する配置で0.3ミリ巾、0.5ミリピッチにエッチングし透明ストライプ電極とした。

なを、ITO膜は0.4ミクロンと厚いために面積抵抗は低く約5オームであつた。

このようにして作成したEL素子はセラミツク第1絶縁体層の容量が非常に大きいためにこの層での電圧降下はほとんどなく、また、発光層の高温熱処理による結晶性やMnの分布が改善され、更に電極抵抗が低いことも加わつて、交流電圧ベ

更に安価なセラミツク基体の使用や厚膜プロセスが採用は、従来の高価格なガラス基板の使用、薄膜プロセスに比較してコスト低減が実現されるものであり、更に表示装置としては駆動電圧の低電圧化により駆動回路部の大巾なコスト低減をも実現するものであり、本発明の工業的価値は大きい。

4. 図面の簡単な説明

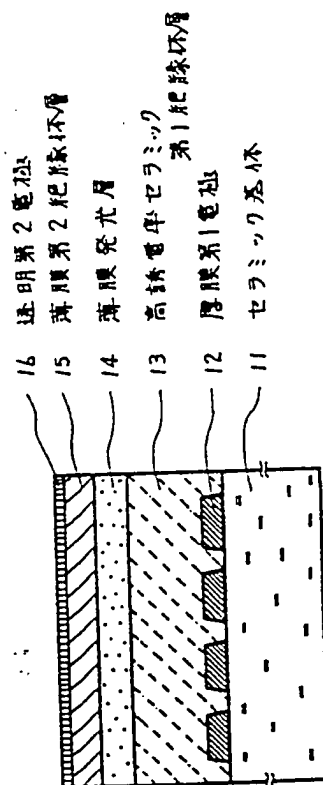
第1図は本発明の製造方法により得られるEL素子の断面を模式的に示したものである。

第2図は従来の薄膜EL素子の断面構造を示したものである。

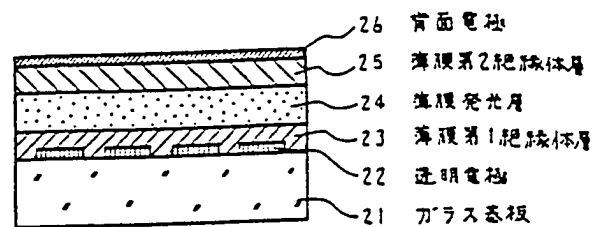
- 11…セラミツク基体、
- 12…厚膜第1電極、
- 13…高誘電率セラミツク第1絶縁体層、
- 14, 24…薄膜発光層、
- 15, 25…薄膜第2絶縁体層
- 16…透明第2電極、21…ガラス基板、
- 22…透明電極、23…薄膜第1絶縁体層、
- 26…背面電極。



第 1 図



第 2 図



#12. Unexamined Patent Publication Sho61-230294

54. Name of Invention:	Method of Fabricating EL Display Device
72. Inventors:	Nunomura, Keiji & Utsumi, Kazuaki
71. Applicant:	NEC, Tokyo
43. Date of Publication:	October 14, 1985
21. Application Number:	Sho60-72161
22. Application Date	April 5, 1985

Details**1. Title of Invention**

Method of Fabricating EL Display Device

2. Area of Claims

This is fabrication method of: EL device where:

- first electrode and first insulator layers are made on electrically insulator substrate,
- then, luminescent layer of such materials as ZnS:Mn or ZnS:TbF₃, or a combination of this type of luminescent layer and second insulator layer is formed,
- then, conductive thin film transparent second electrode is made.

The process of this invention includes:

- Ceramic substrate is used as electrically insulating substrate,
- first electrode with required patterns is made by thick film process such as screen printing,
- first insulator layer is made by painting paste of high dielectric material and sintering,
- luminescent layer or a combination of luminescent layer and second insulator layer is made using thin film process such as vapour deposition, sputtering or CVD technique.

3. Detail Explanation of Invention**(Application Areas of Invention)**

This invention relates to EL (electro-luminescent) device which is used for flat display or surface light source, and to its method of fabrication.

(Prior art and Problems)

Since the discovery in 1936 of electro-luminescence, the phenomenon where light is emitted by applying electrical voltage to fluorescent materials, numerous research and development efforts have been made in order to apply this technology to surface light source and display equipment. Many types of structures of EL device have been presented and evaluated in the past. Today, thin film EL device, with thin film

insulator inserted, driven by AC current is being used in various types of display equipment because of its brightness characteristics and of its stability. Typical basic structure of double insulator thin film EL device is shown in Fig. 2 (S I.D74, Digest of Technical Papers p.84). It has multi-layered thin film structure on transparent glass substrate 21: transparent electrode 22 of ITO or nesa film, thin film first insulator layer 23, thin film luminescent layer 24 made of thin film fluorescent material such as ZnS:Mn which displays electro-luminescence, thin film second insulator layer 25, rear thin film electrode 26 of such material as Al. First and second insulator layers are transparent dielectric thin films of such material as Y_2O_3 , Ta_2O_5 , Al_2O_3 , Si_3N_4 , $BaTiO_3$, or $SrTiO_3$. They are formed by sputtering or vapour deposition method.

Such insulators will control the electrical current which flows through luminescent layer, and contribute to the stability of EL device and improvement of luminescent characteristics. They also improve the reliability of EL device by protecting the luminescent layer from contamination of moisture and hazardous ions.

However, there are several problems in practical applications of this type of device.

It is difficult to eliminate insulator breakdown completely over large area, profit margin is low, and high voltage is necessary to drive luminescence because of the voltage across the insulator layer. In regards to the problem of insulator breakdown, the solution depends on the use of insulator layer material which has good characteristics for resisting high voltage.

With regards to driving voltage problem, it is preferable to increase the capacity of insulator layer in order to minimize the voltage division to insulator layer. According to behavioral principles, the current which flows inside luminescent layer is almost proportional to the capacity of insulator layer. Therefore, to increase the capacity of the insulator layer decreases the driving voltage. This is also a problem in increasing the brightness of luminescent light.

Materials with high resistance to high voltage, and with high capacity are required for insulator layer.

For this reason, index, dielectric constant (Σ) x insulation breakdown electric field (E_b), is being used widely to evaluate desirable property of insulator layer materials. Here, necessary value of Σ , E_b for practical application is at least 3 times that (about $1.3 \mu C/cm^2$) of ZnS luminescent layer (IEEE Trans. Electron Device ED-24, p.903 (1977)). If the insulator materials has very large E_b value, it is possible to use very thin film to make the insulator layer whose capacity is large even if Σ is small. However, it is practically impossible to eliminate all very small dirt and particles on wide surface area - this is what is required for display equipment or surface light source equipment. Therefore, it is not suitable to use thin insulator layer less than several 100 Å thick.

Based on facts discussed above, possibilities of using high dielectric thin film has been researched. For example, luminescent device driven by low voltage using PbTiO_3 film formed by sputtering as insulator layer has been developed (IEEE Trans. Electron Devices ED-28, p.698 (1981)). PbTiO_3 film made by sputtering shows insulating resistant voltage of 0.5 MV/cm with max. dielectric constant of 190. However, high temperature of approximately 600 °C is necessary to make PbTiO_3 film on substrate. This is not practical. SrTiO_3 film formed by sputtering is also known as material with relatively good $\epsilon \cdot E_b.d$ value (Japan Display 83, 76 (1983)). SrTiO_3 film made by sputtering has dielectric constant of 140, insulator breakdown voltage of 1.5 ~ 2 MV/cm and $\Sigma \cdot E_b.d$ value is 19 ~ 25 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$. This value is better than the value 7 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ of PbTiO_3 . However, SrTiO_3 also requires high substrate temperature of 400 °C at film formation. This material also has another problem in application that it discolors ITO transparent electrode by reduction to black during sputtering.

Thin film EL device, which uses insulator layer of relatively high dielectric constant, not only has poor adhesion to ZnS luminescent layer, but also when insulation breaks down, breakdown will not terminate with small broken holes and will automatically recover but insulator breakdown will propagate and become impossible to repairable.

It is practically impossible to accomplish low voltage drive, high brightness and stability against insulation breakdown using thin film of high dielectric insulator layer and high value of $\Sigma \cdot E_b.d$.

It is necessary to use alkaline-free glass substrate which has high melting point since it must be heat treated to stabilize and improve properties of EL device. This causes EL device to be very costly. Moreover, the process temperature will be limited to lower than 600 °C.

When the relative resistance of ITO film is not sufficiently small, and thick ITO film is used, insulation breakdown tends to occur near the edge. Therefore it is necessary to make the thickness less than 0.2 μ . Then the electrical resistance will not be small enough. Fabrication of large surface display panel with large display capacity becomes impossible.

As discussed above, material cost of conventional thin film EL device is very high, material efficiency is low, and expensive driving circuitry with high breakdown voltage is needed. This makes EL device very expensive and making large screens is difficult.

(Purpose of Invention)

The purpose of this invention is to offer solutions to many problems of thin film EL device which is made from many layers on glass substrate. This invention offers highly reliable EL device of high brightness driven by low voltage.

(Structure of Invention)

By this invention, EL device, where first electrode and first insulator layer are placed on

electrically insulation substrate, then luminescent layer of such material as ZnS:Mn or ZnS:TbF₃, or a combined layers of luminescent layer and second insulator layer, then transparent thin film conducting 2nd electrode are placed, ceramic plate is used as insulating substrate, and following processes are included:

- first electrode with required pattern is fabricated using thick film process such as screen printing,
- first insulator layer is made also using thick film process where paste of high dielectric is painted and sintered,
- luminescent layer and second insulator layer are made using thin film process such as vapour deposition or sputtering CVD.

(Detail Explanation of Structure of Invention)

The basic structure of EL device fabricated by the method of the invention is shown in Fig. 1. It has basic structure on surface of such ceramic substrate 11 as alumina:

- thick film first electrode 12 of required shape including such material as Au, Pd, Ng or Ni,
- ceramic structure made ceramic first insulator layer 13 of high dielectric,
- thin film luminescent layer 14 of such material as ZnS:Mn, SnS:TbF₃ or ZnS:Sm F₃ made by such process as vacuum vapor deposition, sputtering, CVD or ALE,
- Ta₂O₃ thin film second insulator layer 15,
- transparent second electrode 16 made of ITO thin film, nesa [glass] film or thin Au film.

Thin film second insulator layer may be omitted. Luminescent layer and second insulator layer formed by vacuum vapour deposition or sputtering method are similar to those of ordinary thin film EL device. Ceramic structure portion, where thick film electrode is buried in ceramic layer of ceramic substrate and high dielectric ceramic layer, is included in this invention. The fabrication method of this invention is characterized by the fact that it is done using thick film process.

Such ceramic substrate as alumina is low cost and is thermally stable.

Required first electrode patterns are made on such substrate using thick film technology.

In EL device, the section where luminescent part is sandwiched between first and second electrodes becomes the light emitting display section, and electrode functionally plays both roles as display electrode and as electrical current supply source. Therefore, according to each display equipment different electrode pattern is required, and it is preferred that the resistance [of electrode] is low.

The process of making thick film electrode by screen printing metal conductor paste is suitable for this purpose. Any required pattern can be made with low electrical resistance. For ordinary display equipment, fine electrode patterns are not necessary and screen printing method is adequate. When finer patterns are needed, it is possible to make thick film fine electrode pattern using photo-lithographic technique. High

dielectric ceramic insulator layer will be made on substrate as first insulator layer.

High dielectric ceramic insulator layer may be made using thick film technology using such powder as BaTiO_3 powder and glass powder as main ingredients for paste. The dielectric constant of thin film insulator used in ordinary thin film EL device is 5 ~ 25. Even PbTiO_3 film which has especially high dielectric constant, the value is 100 ~ 200. The dielectric constant of several 1000 can be obtained by making it into ceramic insulator layer.

Considering problems in fabrication process and of stability, it is desirable that the thickness of ceramic insulator layer is more than several μ and less than 300 μ considering the capacity of insulator layer and problems of cross-talks of display equipment, it is desirable that thickness of ceramic insulator layer is more than several μ and less than 300 μ .

As explained above, because the fabrication method of ceramic structure is based on thick film technology, the cost is low and it is suitable for making large display screens. Also, EL device fabricated according to this invention will be stable and has superior luminescent characteristics.

(Embodiment)

Pd paste was screen printed (0.3 mm wide and pitch of 0.5 mm) on surface of alumina substrate,. It was then sintered to make striped Pd electrode. Then, BaTiO_3 paste [normally used] for capacitors was painted and sintered to make high dielectric ceramic layer of 30 μ thick. This is first insulator layer. The dielectric constant was about 5,000.

Then, ZnS:Mn luminescent layer of 0.3 μ thick was made by vacuum vapor deposition method. This was heat treated for 2 hours at 650 °C in Ar atmosphere. Then, $\text{TaAlO}[\text{O}_3?]$ second insulator layer of 0.3 μ thick was made by sputtering, using mixture target of Ta_2O_5 and Al_2O_3 .

Then, ITO film of 0.4 μ thick was made by sputtering. It was etched in stripes of 0.3 mm wide and 0.5 mm pitch in perpendicular direction to thick film striped Pd electrode described before.

The resistance per unit area of ITO film was low and approximately 5 Ω because it was as thick as 0.4 μ .

EL device thus fabricated showed very little voltage drop because of large capacity of first insulator layer. Also, crystallinity and distribution of Mn improved because of high temperature heat treatment applied to luminescent layer. The luminescence showed good characteristics with low initiating AC pulse voltage of 55V, brightness of approximately 500 cd/m^2 [?] with 80 V and 500 Hz.

When single sided insulator structure without second thin film insulator layer was employed, current used to be large and luminescence efficiency used to be poor but initiating luminescence voltage was as low as 40 V and the brightness was approximately the same [as both sided example]. The device made in this example was stable with no insulator breakdown up to 200 V.

Similarly good luminescence characteristics and stability was obtained when ZnS:TbF_3 for green light or ZnS:SmF_3 for red light was used instead of ZnS:Mn as luminescent layer. Thus, the effectiveness of EL device fabrication method of this invention has been demonstrated.

(Merit of Invention)

As explained above, EL device fabricated according to this invention is highly stable, can be driven by low voltage and shows high brightness with high contrast. Since the electrode resistance can be made low, it is possible to make segment display to dot-matrix display with large display capacity [using this type of EL device]. Adoption of low cost ceramic substrate and utilization of thick film process result in reduction of cost compared with that using expensive glass substrate and thin film process. As display equipment, cost of driving circuitry is also largely reduced because of low driving voltage. The industrial value of this invention is enormous.

4. Brief Explanation of Figures

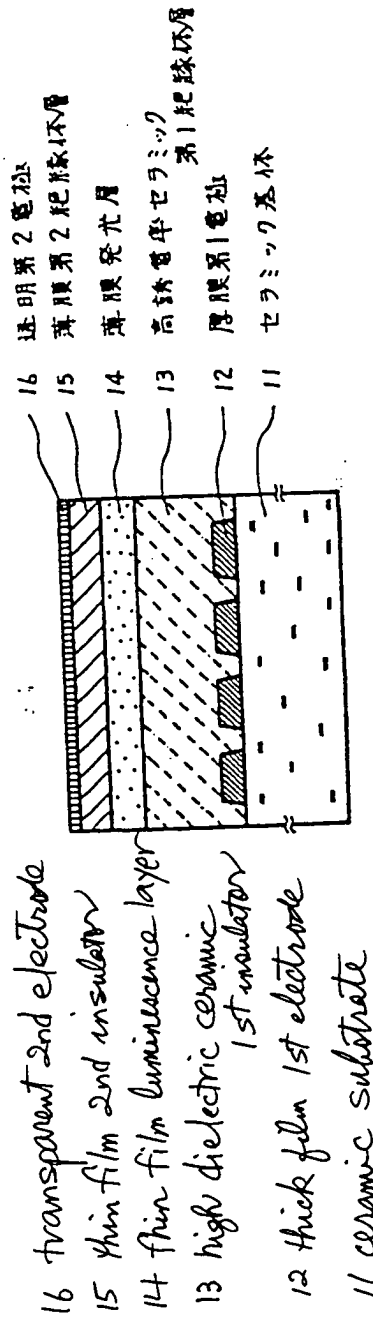
Fig. 1 is simplified cross sectional diagram of EL device fabricated according to this invention.

Fig. 2 is cross sectional diagram of EL device of prior art.

- 11 ... ceramic substrate,
- 12 ... thick film first electrode,
- 13 ... high dielectric ceramic first insulator layer
- 14, 24 ... thin film luminescent layer
- 15, 25 ... thin film second insulator layer
- 16 ... transparent second electrode,
- 21 ... glass substrate
- 22 ... transparent electrode,
- 23 ... thin film first insulator layer,
- 26 ... rear electrode

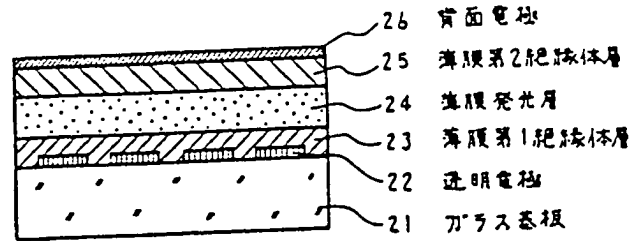
第 1 図

Fig. 1



- 16 transparent 2nd electrode
- 15 thin film 2nd insulator
- 14 thin film luminescence layer
- 13 high dielectric ceramic 1st insulator
- 12 thick film 1st electrode
- 11 ceramic substrate

第 2 図 Fig. 2



- 26 rear electrode
- 25 thin film 2nd insulator
- 24 thin film luminescence layer
- 23 thin film 1st insulator
- 22 transparent electrode
- 21 glass substrate